

DE3109284

Publication Title:

Solar power station with photovoltaic cells

Abstract:

A solar power station, in particular of a relatively small size, for generating both electricity and useful heat. Photovoltaic cells (34) are fitted to a hollow holder (33) bearing a flow of cooling fluid. That part of the light spectrum which can be converted into electricity by the photovoltaic cells only at a low efficiency or not at all is filtered out by tubular glass bodies (31, 32), so that the heat loading on the photovoltaic cells is reduced. In the annular space between the glass tubes (31), the cooling fluid preheated in the interior of the holder (33) circulates and is further heated here by its own heat absorption and the removal of the heat absorbed in the glass bodies (31, 32). This cooling fluid can be used for heating purposes. The glass bodies (31 and 32) can be made of glasses of different types, which absorb light in the lower or upper part of the spectrum respectively.

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(9) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

(11) DE 31 09 284 A 1

(51) Int. Cl. 3:
H01L 31/04

(71) Anmelder:

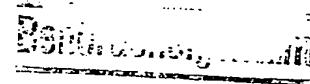
Interatom Internationale Atomreaktorbau GmbH, 5060
Bergisch Gladbach, DE

(21) Aktenzeichen:
(22) Anmeldetag:
(23) Offenlegungstag:

P 31 09 284.5
11. 3. 81
30. 9. 82

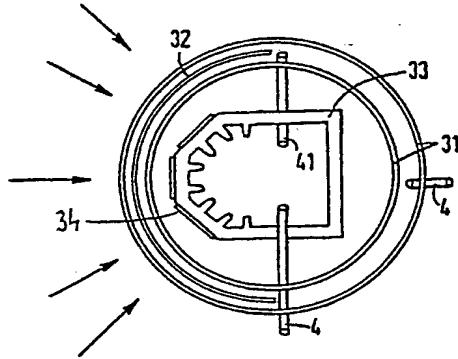
(72) Erfinder:

Boese, Karl-Friedrich, Dipl.-Phys. Dr.; Spillekothen,
Hans-Gerd, Ing.(grad.), 5060 Bergisch-Gladbach, DE;
Glasow, Peter, Dipl.-Phys., 8520 Erlangen, DE



(54) »Sonnenkraftwerk mit photovoltaischen Zellen«

Ein Sonnenkraftwerk, insbesondere kleinerer Größe zur Erzeugung sowohl von Elektrizität als auch von Nutzwärme. Photovoltaische Zellen (34) sind auf einer hohlen, von Kühlfluid durchflossenen Halterung (33) angebracht. Der durch die photovoltaischen Zellen nicht oder nur mit geringem Wirkungsgrad in Elektrizität umwandelbare Teil des Lichtspektrums wird durch rohrförmige Glaskörper (31, 32) ausgefiltert, so daß die Wärmebelastung der photovoltaischen Zellen herabgesetzt wird. In dem Ringraum zwischen den Glasrohren (31) zirkuliert das im Inneren der Halterung (33) vorgewärmte Kühlfluid, und wird hier durch die eigene Wärmeabsorption und die Abfuhr der in den Glaskörpern (31, 32) absorbierten Wärme weiter erhitzt. Dieses Kühlfluid kann zu Heizungszwecken verwendet werden. Die Glaskörper (31 bzw. 32) können aus Gläsern verschiedener Art hergestellt sein, die das Licht im unteren bzw. oberen Teil des Spektrums absorbieren. (31 09 284)



DE 31 09 284 A 1

DE 31 09 284 A 1

3109284

11-03-81

-10-

INTERATOM

(24.541.9)

Internationale Atomreaktorbau GmbH
D-5060 Bergisch Gladbach 1

5

Schutzansprüche

- 1) Sonnenkraftwerk mit photovoltaischen Zellen,
gekennzeichnet durch folgende
10 Merkmale:
- a) Es sind Mittel (11, 12, 31, 32) zur Trennung der
einzelnen Spektralbereiche (A, B, C, D) des Lichtes
voneinander vorhanden.
- 15 b) Die in den photovoltaischen Zellen (34) nicht oder
nur wenig nutzbaren Spektralbereiche (A, D) des Lichtes
sind auf einen von den Zellen getrennten Absorber-
körper (31, 32) gerichtet.
- 20 2. Kraftwerk nach Anspruch 1, gekennzeichnet
durch folgende Merkmale:
- a) Die photovoltaischen Zellen (34) sind Siliziumzellen,
25 Galliumarsenidzellen oder Galliumarsenidphosphidzellen.
- b) Der Spektralbereich (B, C) des Lichtes mit Wellenlän-
gen zwischen 420 bis 450 nm und 880 bis 900 nm ist
auf diese Zellen gerichtet.
3. Kraftwerk nach Anspruch 1, gekennzeichnet
durch folgende Merkmale:

3109284

81 P 94069E

2

-14-

24.541.9

- a) Es sind fotovoltaische Zellen (341), (342) mit Leistungsbandbreiten in verschiedenen Spektralbereichen (B, C) vorhanden.
- 5 b) Das Licht einzelner Spektralbereiche (B bzw. C) ist auf die fotovoltaischen Zellen (341 bzw. 342) der entsprechenden Leistungsbandbreite gerichtet.
4. Kraftwerk nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- 10 a) Zwischen Lichtquelle und fotovoltaischen Zellen (34) sind einer oder mehrere Glaskörper (31 oder 32) angeordnet, die das Licht unter- und/oder oberhalb des durch die fotovoltaischen Zellen nutzbaren Spektralbereichs (B, C) absorbieren.
- 15
5. Kraftwerk nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- 20 a) Die Glaskörper (31), (32) schließen einen Hohlraum ein, in dem ein Kühlfluid zirkuliert.
6. Kraftwerk nach Anspruch 5 mit fotovoltaischen Zellen (34), die auf einer hohlen, von einem Kühlfluid durchflossenen Halterung (33) montiert sind, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- 25
- 30 a) Das beim Durchfluß durch die Halterung (33) erwärmte Kühlfluid dient anschließend als Kühlfluid für den Absorberkörper (31), (32).

3109284

3

-12-

24.541.9

7. Absorberkörper (3) für den Einsatz in einem Kraftwerk nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

5

- a) Er besteht aus zwei ineinander angeordneten Glasrohren (31), (32).
- b) Das innere der beiden Glasrohre (31) ist so bemessen, daß fotovoltaische Zellen (34) mit ihrer Halterung (33) in seinem Inneren Platz finden.

8. Absorberkörper nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

15

- a) Eines der Rohre (31) besteht aus einem Glas, das Licht unterhalb des durch fotovoltaische Zellen (34) nutzbaren Spektralbereichs (B, C) absorbiert.
- b) Das andere Rohr (32) besteht aus einem Glas, das Licht oberhalb des durch fotovoltaische Zellen (34) nutzbaren Spektralbereichs (B, C) absorbiert.

9. Absorberkörper nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) Beide Rohre (31) bestehen aus einem Glas, das Licht unterhalb des durch fotovoltaische Zellen (34) nutzbaren Spektralbereichs (B, C) absorbiert.
- b) Zwischen den beiden Rohren (31) ist ein weiterer Körper (32) aus einem Glas angeordnet, das Licht oberhalb des durch fotovoltaische Zellen (34) nutzbaren Spektralbereichs (B, C) absorbiert.

3109284

81 P 9406 DE

-13-

24.541.9

10. Kraftwerk nach Anspruch 5 oder 6, g e k e n n -
z e i c h n e t d u r c h folgende Merkmale:

- 5 a) Das Kühlfluid besitzt einen hohen Absorptionskoeffi-
zienten für Licht von einer Wellenlänge, die oberhalb
des durch die photovoltaischen Zellen (34) nutzbaren
Spektralbereichs (B, C) liegt.

11. Kraftwerk nach Anspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t
d u r c h folgende Merkmale:

- 10 a) Als Mittel zur Trennung der einzelnen Spektralbereiche
(A, B, C, D) des Lichts dient ein Phasengitter (11, 12)

12. Kraftwerk nach Anspruch 11, g e k e n n z e i c h -
n e t d u r c h folgendes Merkmal:

- 15 a) Das Phasengitter (11) befindet sich auf der Oberfläche
eines die Lichtstrahlung auf einen die Absorberkörper
(31, 32) einschließenden Empfänger (3) konzentrieren-
den Spiegels (1).

13. Kraftwerk nach Anspruch 7 und 11, g e k e n n -
z e i c h n e t d u r c h folgendes Merkmal:

- 20 25 a) Das Phasengitter (12) befindet sich auf der Oberfläche
des äußeren Glasrohres (31).

INTERATOM

Internationale Atomreaktorbau GmbH
D-5060 Bergisch Gladbach 1

5

Sonnenkraftwerk mit photovoltaischen Zellen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Sonnenkraftwerk mit photovoltaischen Zellen, in denen das auftreffende

10 Licht unmittelbar in elektrische Energie umgewandelt wird. Wegen der hohen Herstellungskosten von photovoltaischen Zellen ist bereits vorgeschlagen worden, das Sonnenlicht durch Spiegel oder ähnlich wirkende Mittel auf die Zellen zu konzentrieren, so z. B. in der DE-OS 28 54 609,

15 wo allerdings der Hauptteil der Energie in Form von Wärmeenergie durch die Aufheizung eines durch den Brennpunkt der Spiegel hindurchgeföhrten Kühlfluids gewonnen wird; die photovoltaischen Zellen dienen in diesem Falle dazu, das in den Randbereichen geringer konzentrierte Sonnenlicht

20 zu nutzen, werden aber im übrigen wie auch wärmeabsorbierende Empfänger mit dem vollen Lichtspektrum bestrahlt. Die photovoltaischen Zellen werden durch einen vom Hauptkühlmittelstrom abgezweigten Teilstrom gekühlt und tragen so, wenn auch in geringem Maße auch indirekt über die Wärme-

25 gewinnung zur Energieerzeugung bei. Eine Kühlung der Zellen ist insbesondere zur Verbesserung ihres Wirkungsgrades erforderlich.

In M. J. O'Leary und L. Davis Clements: "Thermal-Electric Performance Analysis for Actively Cooled, Concentrating Photovoltaic Systems", Solar Energy 25 (1980), Seite 401 bis 406 werden die Probleme untersucht, die sich aus der Aufheizung der Zellen in einem nur mit solchen betriebenen Sonnenkraftwerk ergeben und eine

We/09.03.81

hohle Halterung beschrieben, die an ihrer Außenseite die photovoltaischen Zellen trägt und in ihrem Inneren von einem Kühlmittel durchströmt wird. Auch hier werden die Zellen dem vollen Spektralbereich des Lichtes aus-
5 gesetzt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Sonnenkraftwerk mit unmittelbarer Erzeugung elektrischer Energie aus photovoltaischen Zellen, deren Aufheizung auf das
10 unumgängliche Maß verringert wird und das zugleich Wärmeenergie in nutzbarer Form im Niedertemperaturbereich z. B. zu Heizungszwecken abgibt. Ein solches Kraftwerk ist insbesondere für die Versorgung von nicht an das öffentliche Netz angeschlossenen Einrichtungen, z. B.
15 von Forschungsstationen in abgelegenen Gebieten geeignet, die Energie sowohl in Form von Elektrizität als auch von Wärme benötigen, und für die die Vermeidung von Emissionen an die Umwelt wichtig sein kann, wie sie etwa durch mit fossilen Brennstoffen betriebene Zusatzheizun-
20 gen usw. hervorgerufen würden.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die im kennzeichnenden Teil des ersten Anspruchs angegebenen Mittel. Durch die Trennung des Lichtspektrums in zwei Teile,
25 deren einer, der allein für die photovoltaische Umwandlung nutzbare auf die Zellen gerichtet wird und deren zweiter auf einen Absorber gerichtet ist, der von herkömmlicher Art sein kann, bewirkt, daß die photovoltaischen Zellen bei gleicher Kühlung, wie sie weiter oben beschrieben wurde, intensiver bestrahlt werden können. In diesem Sonnenkraftwerk können durch Filterung des Sonnenlichtes alle bekannten Solarzellen verwendet werden, vorzugsweise Siliciumzellen oder auch Galliumarsenidzellen sowie Gallium-arsenidphosphidzellen. Unter Umständen kann es zweckmäßig
35 sein, das Sonnenkraftwerk aus Solarzellen mit einem Halbleiterkörper aus einer Kombination von Halbleitermaterien mit verschiedenen Bandabständen aufzubauen.

3109284

11-03-01

7

24.541.9

In der Ausführungsform eines Sonnenkraftwerkes, an das eine Kältemaschine angeschlossen ist, um einen Kühlbedarf zu decken, werden vorzugsweise Solarzellen aus einem Halbleitermaterial mit einem großen Bandabstand verwendet.

- 5 Das sind beispielsweise Solarzellen aus Cadmiumtellurid CdTe oder Galliumarsenid GaAs, insbesondere aber Galliumarsenidphosphid GaAsP, Galliumphosphid GaP und Indiumphosphid InP sowie Aluminiumantimonid AlSb. Diese Solarzellen haben auch noch einen hohen Wirkungsgrad bei hohen Temperaturen von beispielsweise etwa 370 K, bei denen Kältemaschinen mit hohem Wirkungsgrad arbeiten.

- Der Anspruch 2 definiert ein spezielles Ausführungsbeispiel des Erfindungsgedankens, an dem der Vorteil desselben konkretisiert werden kann. Die Verwendung der an sich bekannten Galliumarsenidzellen gegenüber den weiter verbreiteten Siliciumzellen erscheint in einem Kraftwerk, das mit lichtkonzentrierenden Mitteln arbeitet, besonders vorteilhaft, da erstere nicht nur einen höheren Wirkungsgrad (20 gegenüber 15 %) besitzen, sondern diesen Wirkungsgrad bei Bestrahlung mit 50fach oder noch stärker konzentriertem Licht behalten bzw. noch steigern, wogegen bei Bestrahlung der letzteren mit ähnlich konzentriertem Sonnenlicht der Wirkungsgrad abnimmt.
- 25 Beginnt das Spektrum auch bei etwa 200 nm Wellenlänge, so kann doch bei Verwendung von Gallium-Arsenidzellen auf den Bereich unterhalb von 400 nm verzichtet werden, da die Zellen hierfür nur noch eine relative Empfindlichkeit von etwa 20 % besitzen. Wird, wie vorgeschlagen, der unterhalb von 420 - 450 nm liegende Spektralbereich abgelenkt, bzw. wie weiter unten vorgeschlagen, ausgefiltert, lässt sich die Wärmeverluste der Zellen bei kaum merkbarer Leistungseinbuße um 12 - 15 % verringern. Oberhalb der vorgeschlagenen Wellenlänge von 880 - 900 nm besitzen Gallium-Arsenidzellen einen Wirkungsgrad von praktisch 0.

3109284

-4-

24.541.9

Wird auch dieser Teil des Lichtspektrums von den Zellen ferngehalten, wird deren Wärmelastung um weitere 30 - 35 % verringert. Diese zusammen etwa 50 % der den Zellen sonst zugeführten Wärmemengen können durch Umlenkung auf 5 einen Absorber problemlos abgeführt und anderweitig nutzbar gemacht werden.

Wie im Anspruch 3 vorgeschlagen, können auch photovoltaische Zellen unterschiedlicher Art mit Ansprechempfindlichkeiten in entsprechend verschiedenen Spektralbereichen im gleichen Kraftwerk verwendet werden. Die Mittel zum Aufspalten des Lichtspektrums in mehrere Teile können dann dazu verwendet werden, jede der verwendeten Zellsorten mit einem für sie besonders günstigen Teil des 15 Sonnenspektrums zu bestrahlen.

Durch die im 4. Anspruch vorgeschlagenen Mittel wird eine Vereinigung des Absorbers mit den zum Aufspalten des Lichtspektrums verwendeten Mitteln erreicht.

20 Dieser Erfindungsgedanke erscheint in seiner Abwandlung nach Anspruch 5 besonders vorteilhaft, indem die Glaskörper zugleich die Wandung des zu ihrer Kühlung erforderlichen Kühlmittelkanals bilden.

25 Als Kühlfluid kommt in erster Linie Wasser in Betracht, das durch die Wärmeabgabe aus dem Absorber z. B. auch zu niedergespanntem Dampf verwandelt werden kann.

30 In Anspruch 6 wird eine Schaltung vorgeschlagen, bei der das in der Halterung der photovoltaischen Zellen zu deren Kühlung zirkulierende Kühlfluid, vorzugsweise ebenfalls Wasser, als vorgewärmtes Speisewasser dem Absorber zugeführt wird. Die gesamte, sowohl in den Zellen als auch im Absorber anfallende Wärme kann so genutzt werden.

Durch den Anspruch 7 wird ein besonders zum Einsatz in einem Kraftwerk der beschriebenen Art geeigneter Absorberkörper definiert. Die den für die Zellen unbrauchbaren Teil des Sonnenspektrums ausfilternden, d. h.

5 absorbierenden Glasrohre, vorzugsweise konzentrisch zueinander angeordnet, bilden einen Ringraum, in dem das zu ihrer Kühlung verwendete Kühlfluid zirkuliert. Die innerhalb des Innenrohres angeordneten Zellen sind so nicht nur vor unerwünschter Wärmestrahlung, sondern auch

10 vor anderen Witterungseinflüssen geschützt.

Nach der im Anspruch 8 vorgeschlagenen Ausführungsform findet die Ausfilterung des ober- bzw. unterhalb des durch die Zellen nutzbaren Spektrums gelegenen Teils in

15 je einem der Rohre statt, die zu diesem Zweck aus verschiedenen Glassorten gefertigt werden.

Da die z. Z. verfügbaren Glassorten, die für eine Abdeckung des oberen Teils des Spektrum in Betracht kommen,

20 sich nur schwer zu Rohren verarbeiten lassen, wird gemäß Anspruch 9 vorgeschlagen, die vorige Anordnung so abzuwandeln, daß die beiden den Kühlkanal begrenzenden Glasrohre aus der gleichen Glassorte hergestellt werden und der Filter bzw. Absorber für den oberen Spektralbereich

25 aus einem zwischen diesen Rohren angeordneten Glaskörper einer anderen Sorte bestehen, der nicht geschlossen zu sein braucht, für den vielmehr eine Halbkreisform genügt.

Bei der Abwandlung des Erfindungsgedankens gemäß dem

30 Anspruch 10 wird auch das Kühlfluid selbst zur Absorption eines Teils der eingestrahlten Wärmemenge herangezogen. Dem Fachmann sind Kühlfluide mit diesen Eigenschaften bekannt, z. B. Wasser oder Kohlendioxid.

Es versteht sich von selbst, daß das Kühlfluid für denjenigen Teil des Lichtspektrums durchlässig sein muß, der von den photovoltaischen Zellen genutzt werden soll. Auch sind für die im Vorhergehenden vorgeschlagenen Rohre von 5 der Kreisform abweichende Querschnittsformen möglich.

Der Anspruch 11 nennt Phasengitter als zur Teilung des Lichtes in verschiedene Spektralbereiche besonders geeignetes Mittel.

10

Die Ansprüche 12 und 13 definieren zwei Alternativen der Anbringung des Phasengitters.

- Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der
15 Zeichnung dargestellt, und zwar zeigt
Fig. 1 eine perspektivische Ansicht des für die vor-
liegende Erfindung relevanten Teils eines Sonnen-
kraftwerks,
Fig. 2 den mit X bezeichneten Querschnitt der Fig. 1,
20 Fig. 3 einen Querschnitt einer zu der Fig. 2 alternati-
ven Ausführungsform und
Fig. 4 ein Diagramm der Kurven der Transmissionskoeffizi-
zienten abhängig von der Wellenlänge.
- 25 Einer von zahlreichen Parabolspiegeln 1 eines Sonnenkraft-
werks ist drehbar auf einem Sockel 2 befestigt und wird
durch bekannte, hier der Übersichtlichkeit halber nicht
dargestellte Einrichtungen dem jeweiligen Sonnenstand
entsprechend nachgeführt derart, daß die durch die kräf-
30 tigen Pfeile angedeuteten einfallenden Sonnenstrahlen
auf einen Empfänger 3 konzentriert werden. Der Empfänger
3 ist mit Leitungen 4 für die Zu- bzw. Abfuhr von kaltem
bzw. erhitztem Kühlfluid versehen, die zu einem beliebi-
gen, hier nicht dargestellten Wärmeverbraucher führen,
35 z. B. zu einer Raumheizung. Ferner ist der Empfänger 3
über elektrische Leitungen 5 an hier ebenfalls nicht

dargestellte Verbraucher elektrischer Energie, z. B.
Beleuchtungskörper angeschlossen. Zur Aufteilung des
reflektierten Lichtes (durch die leichteren Pfeile ange-
deutet) in verschiedene Spektralbereiche zu den weiter
5 unten dargestellten Zwecken ist der Parabolspiegel 1
mit einem Phasengitter 11 versehen.

Der Aufbau des Empfängers 3 wird durch die Figur 2
verdeutlicht. Er besteht aus zwei konzentrisch zueinander
10 angeordneten Glasrohren 31, zwischen denen ein Kühlfluid,
vorzugsweise Wasser, zirkuliert. Die Glasrohre 31 sind
aus einem Material, das die kurzwellige Strahlung, d. h.
diejenige unterhalb von etwa 400 bis 450 nm absorbiert.
Auf der dem Spiegel und damit dem Einfall konzentrierten
15 Lichts (durch die Pfeile angedeutet) zugewandten Seite
ist zwischen den Glasrohren 31 und konzentrisch dazu
ein Glashalbrohr 32 angeordnet, dessen Material Licht-
strahlung im Bereich oberhalb einer Wellenlänge von
etwa 900 nm absorbiert. Zur Herstellung der Glasrohre 31
20 und des Glashalbrohres 32 geeignete Glassorten werden in
der Druckschrift Nr. 3531/2 "Farb- und Filterglas" der
Firma Schott & Gen. Jenaer Glas in Mainz beschrieben. In-
nerhalb des inneren Glasrohres 31 ist eine Halterung 33
25 in Form eines beispielsweise metallischen, an seiner
Innenseite mit Kühlrippen versehenen Hohlkörpers angeord-
net. An ihrer dem konzentrierten Lichteinfall zugewandten
Außenseite ist die Halterung 33 mit fotovoltaischen Zellen 34,
vorzugsweise solchen aus Galliumarsenid, belegt. Bedingt
durch das Vorhandensein der Glasrohre 31 und 32 erreicht
30 nur die Strahlung zwischen Wellenlängen von etwa 400 bis
450 und 900 nm die Zellen und ruft in diesen eine elek-
trische Spannung hervor. Das über die erste Leitung 4
herangeführte abgekühlte Kühlfluid strömt zunächst im
Inneren der Halterung 33 und kühlt dabei die fotovoltai-
35 schen Zellen 34. So vorgewärmt, tritt es anschließend
über eine schematisch angedeutete Verbindungsleitung 41

3109284

A2

-8-

24.541.9

in den Zwischenraum zwischen den Glasrohren 31 ein und wird dort erhitzt, wobei je nach Wunsch durch entsprechende, dem Fachmann geläufige Wahl der Parameter der Anlage z. B. auf 90 °C erhitztes Wasser oder aber bei 5 120 °C Dampf von 2,5 bar erhalten werden kann, der über die zweite Leitung 4 abgeführt wird. Anders als hier dargestellt kann auch auf das Glashalbrohr 32 verzichtet werden, wenn das Innere der beiden Glasrohre 31 aus dessen Material hergestellt wird. Der Raum zwischen dem 10 Inneren der beiden Glasrohre 31 und der Halterung 33 ist zweckmäßigerweise evakuiert.

Die Fig. 3 zeigt eine andere Ausführungsform der Erfindung, bei der von der Anordnung eines Phasengitters 12 15 auf der Oberfläche des äußeren Glasrohres 31 Gebrauch gemacht wird. Dadurch wird eine ähnliche räumliche Aufspaltung des Lichts in verschiedenfarbige Anteile erreicht wie mit dem Phasengitter 11 auf der Oberfläche des Spiegels 1. Das auf den Empfänger 3 auftreffende 20 Sonnenlicht ist durch das Phasengitter in vier getrennte Spektralbereiche A, B, C, D aufgespalten.

Licht des kurzweligen Bereichs A wird in der oben beschriebenen Weise in den Glasrohren 31 absorbiert. Der 25 langwellige Bereich D wird in dem Glashalbrohr 32 absorbiert, wie ebenfalls bereits oben beschrieben. Die mittleren Bereiche B und C der Strahlung fallen gerichtet auf fotovoltaische Zellen 341 bzw. 342, die zur Umwandlung von Licht dieser Spektralbereiche besonders 30 geeignet sind.

Das Diagramm der Fig. 4 zeigt die Aufteilung des Lichtes auf die einzelnen oben erwähnten Spektralbereiche und die Durchlässigkeitskurven der oben erwähnten filternden bzw. absorbierenden Materialien. Auf der Ordinate des

3109284

81 P 9406 DE

13

-9-

24.541.9

Diagramms ist die Durchlässigkeit (in %) für die auf der Abszisse aufgetragene Wellenlänge (in nm) angegeben. Eine Kurve a bezeichnet die Durchlässigkeit der Glasrohre 31, während eine Kurve b die Durchlässigkeit des Glas-
halbrohres 32 darstellt. Die sich überschneidenden Kurven lassen ein "Fenster" in den Bereichen B und C frei, innerhalb deren die photovoltaischen Zellen ihre größte Wirk-
samkeit entfalten. Durch diese nicht oder nur wenig nutzbares Licht der Bereiche A und D wird ausgefiltert.
10 Eine Kurve c zeigt die Lichtabsorption des als Kühlfluid vorgeschlagenen Wassers. Dieses lässt ebenfalls das erforderliche "Fenster" frei, während es längerwellige Strah-
lung, d. h. Wärme gut absorbiert.

3109284

-15-
1/2

Nummer: 3109284
Int. Cl.³: H01L 31/04
Anmeldetag: 11. März 1981
Offenlegungstag: 30. September 1982

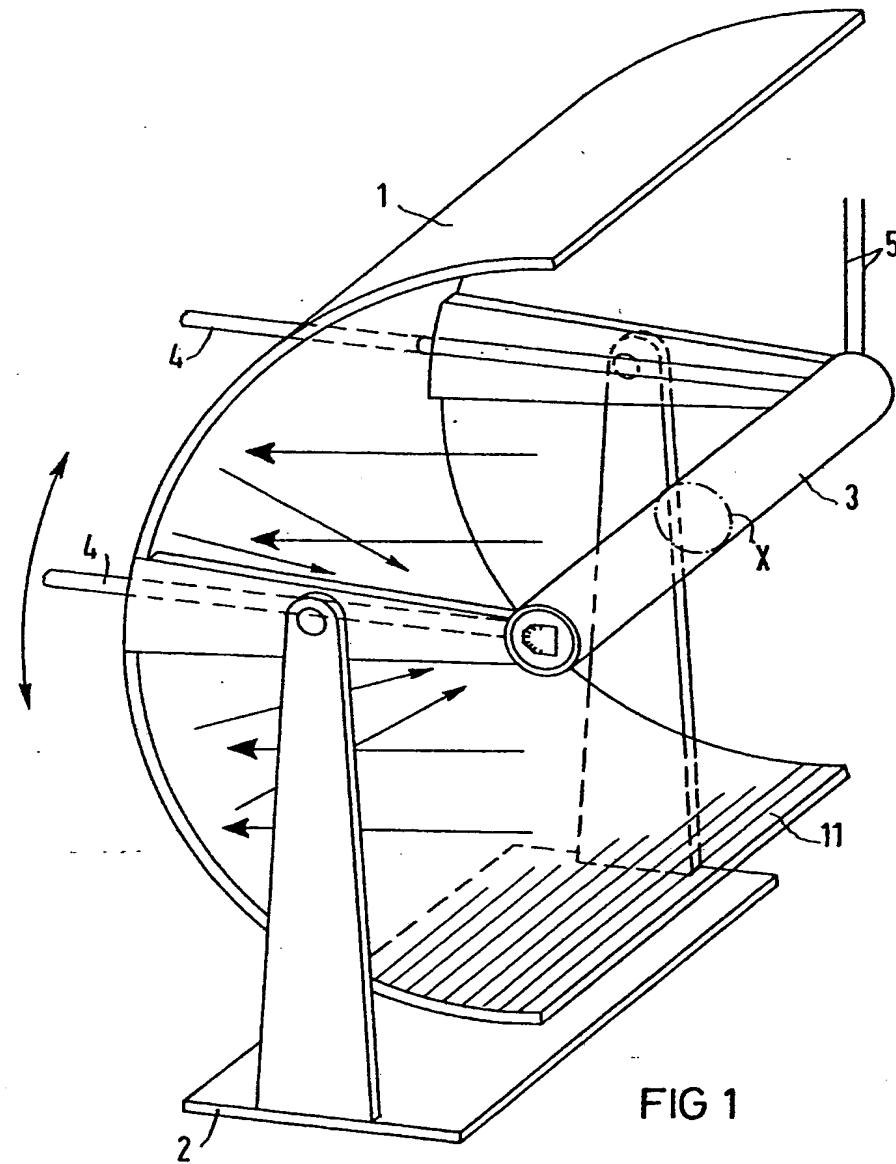


FIG 1

INTERATOM

24.541.9

3109284

11-03-01
-14-
2/2

FIGURE 2

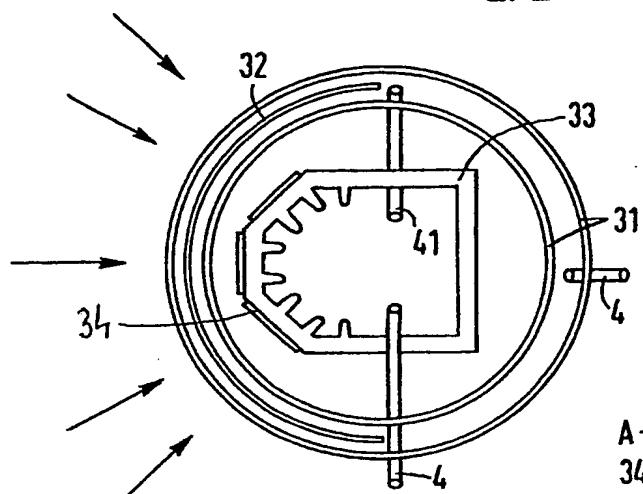


FIG 2

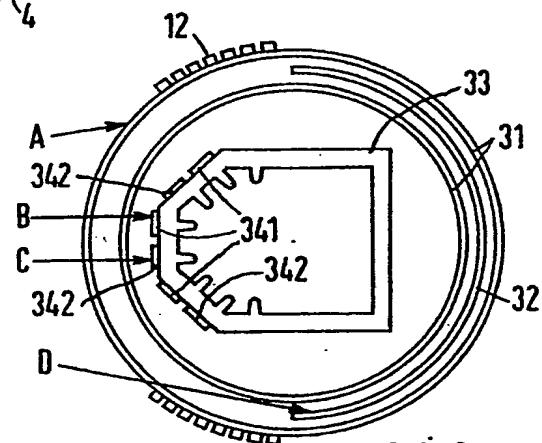


FIG 3

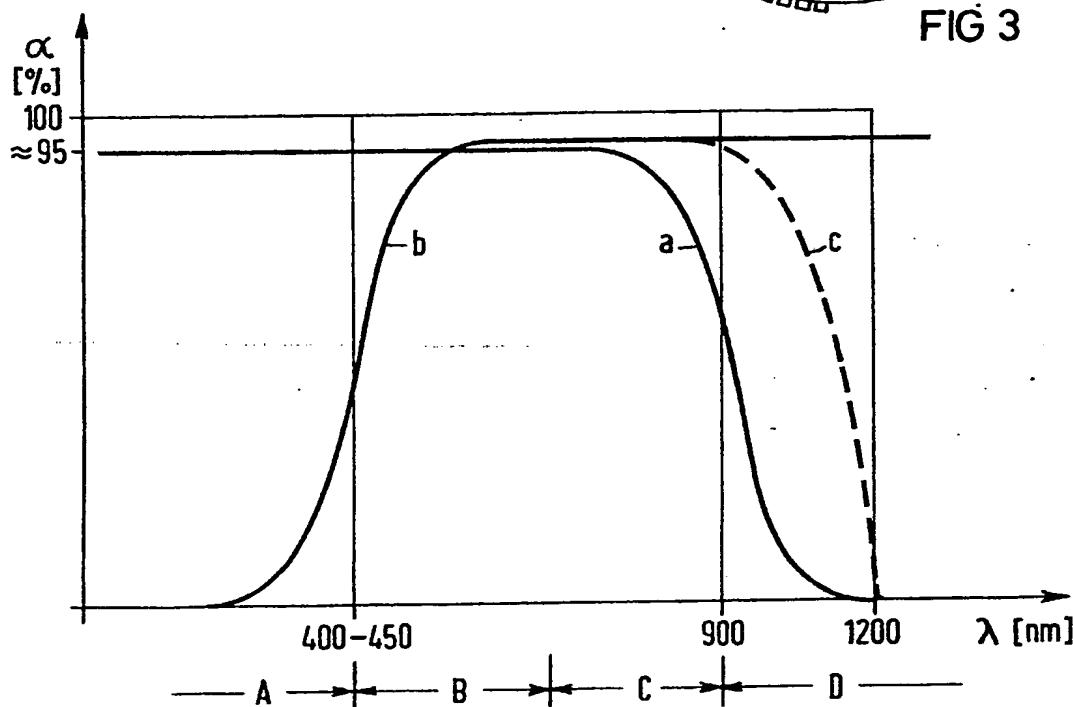


FIG 4

INTERATOM

24.541.9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.